

JC20 Rec'd /PTO 10 JUN 2005

DOCKET NO.: 270749US6PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Minehiro TONOSAKI, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/15531

INTERNATIONAL FILING DATE: December 4, 2003

FOR: HEAT TRANSPORT APPARATUS AND HEAT TRANSPORT APPARATUS
MANUFACTURING METHOD**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

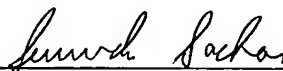
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2002-361525	12 December 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/15531. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier
Attorney of Record
Registration No. 25,599
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION CONCERNING SUBMISSION OR TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

NAKAMURA, Tomoyuki
c/o Miyoshi International Patent
Office
9th Floor, Toranomon Daiichi
Building, 2-3
Toranomon 1-chome
Minato-ku, Tokyo 105-0001
Japan

RECEIVED

2004. 3. 22

MIYOSHI
PATENT

Date of mailing (day/month/year) 12 March 2004 (12.03.2004)	
Applicant's or agent's file reference JSONY-472PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP2003/015531	International filing date (day/month/year) 04 December 2003 (04.12.2003)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 12 December 2002 (12.12.2002)
Applicant SONY CORPORATION et al	

- By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- (If applicable) The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a **priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau** under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- (If applicable) An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a **priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b)** (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
12 Dece 2002 (12.12.2002)	2002-361525	JP	03 Febr 2004 (03.02.2004)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 338.90.90

Authorized officer

taieb AKREMI (Fax 338 9090)

Telephone No. (41-22) 338 9415

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 1 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 6 1 5 2 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 1 5 2 5]

出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

RECEIVED	
03 FEB 2004	
WIPO	PCT

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

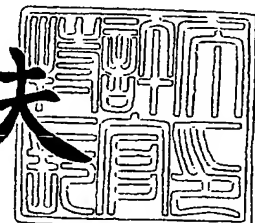
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 4 年 1 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 0290787203
【あて先】 特許庁長官 殿
【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 外崎 峰広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 加藤 豪作

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 矢島 正一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 谷島 孝

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104215

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 純一

【選任した代理人】

【識別番号】 100104411

【弁理士】

【氏名又は名称】 矢口 太郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 069085

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0008872

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱輸送装置および熱輸送装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第 1 の基板と、

前記第 1 の基板に対向して配置され、前記液体吸引保持部で保持された液相作動流体を気化して気相作動流体を形成する気化室を構成する第 1 の凹部と、該気化室で形成された気相作動流体を液化して液相作動流体を形成する液化室を構成する第 2 の凹部と、該気化室から該液化室に気相作動流体を導く気体流路を構成する第 1 の溝と、該液化室から該液体吸引保持部に液相作動流体を導く液体流路を構成する第 2 の溝が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さい材料からなる第 2 の基板と、

前記第 1、第 2 の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、を具備することを特徴とする熱輸送装置。

【請求項 2】 前記第 2 の基板の前記第 1 の基板に対向する面と反対側の面に対向して配置された第 3 の基板をさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載の熱輸送装置。

【請求項 3】 前記第 1 の基板と前記第 3 の基板との間で前記第 2 の基板を包み込むように、前記第 1 の基板の外周と前記第 3 の基板の外周とが封止されていることを特徴とする請求項 2 に記載の熱輸送装置。

【請求項 4】 前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板を表裏より包み込むように設けられた一对のラミネートシートを更に具備することを特徴とする請求項 1 に記載の熱輸送装置。

【請求項 5】 前記ラミネートシートは、金属箔シートからなることを特徴とする請求項 4 に記載の熱輸送装置。

【請求項 6】 前記第 2 の基板が樹脂材料からなり、前記第 3 の基板が金属材料からなることを特徴とする請求項 2 記載の熱輸送装置。

【請求項 7】 前記第 2 の基板と前記第 3 の基板の線膨張係数の相違が 5×10^{-6} [1/℃] 以下であることを特徴とする請求項 6 記載の熱輸送装置。

【請求項 8】 前記第 3 の基板の前記第 1 の基板に対向する面と反対側の面に対向して配置された第 4 の基板をさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載の熱輸送装置。

【請求項 9】 液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第 1 の基板と、

前記第 1 の基板に対向して配置され、前記液体吸引保持部で保持された液相作動流体を気化して気相作動流体を形成する気化室を構成する凹部が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さい材料からなる第 2 の基板と、

前記第 1、第 2 の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、
を有する気化部と、

第 3 の基板と、

前記第 3 の基板に対向して配置され、前記気化部で形成された気相作動流体を液化して液相作動流体を形成する液化室を構成する凹部が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さい材料からなる第 4 の基板と、

前記第 3、第 4 の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、
を有する液化部と、

前記気化部から液化部へと気相作動流体を導く気体流路と、

前記液化部から気化部へと液相作動流体を導く液体流路と、

を具備することを特徴とする熱輸送装置。

【請求項 10】 液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第 1 の基板を作成するステップと、

前記液体吸引保持部で保持された液相作動流体を気化して気相作動流体を形成する気化室を構成する第 1 の凹部と、該気化室で形成された気相作動流体を液化して液相作動流体を形成する液化室を構成する第 2 の凹部と、該気化室から該液化室に気相作動流体を導く気体流路を構成する第 1 の溝と、該液化室から該液体吸引保持部に液相作動流体を導く液体流路を構成する第 2 の溝が一面に形成された第 2 の基板を作成するステップと、

前記第 1 の基板、熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料、および前記第 2 の基板を積層するステップと、

前記積層された第1の基板、熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料、および第2の基板を圧力を加えた状態で加熱して、該第1、第2の基板を該熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料で接着するステップと、

を具備することを特徴とする熱輸送装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱を輸送する熱輸送装置および熱輸送装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

電子装置の小型化、高性能化が進められている。高性能な電子デバイスは発熱が多いのが通例であり、温度の上昇による動作の不安定を防止するため、電子装置内部の熱を放熱する必要がある。この一方、放熱を電子装置の小型化の要請に反しないように行わねばならず、例えばデスクトップパソコンで用いられているような放熱デバイスをモバイル機器のCPUに直接設置するのは困難である。

【0003】

以上のような電子装置の小型化、高性能化への要請を反映して、電子装置の発熱部から放熱部へと熱を輸送するヒートパイプが用いられている。その中でもCPL (Capillary Pumped Loop)・LHP (Loop Heat Pipes) (以下、「CPL・LHP」という) は、高熱輸送効率および小型・薄型化を実現しうるものと期待され、開発が進められている。

【0004】

CPL・LHPの基本原理は通常のヒートパイプとほぼ同様であり、封入された冷媒が気化部で気化することで吸熱し、液化部で液化することで放熱することで、熱エネルギーを気化部から液化部へと移動する。

【0005】

CPL・LHPでは、毛管現象により液化した冷媒を吸引し(毛管力による冷媒の吸引) 気化部へと供給することで、冷媒の気化を継続して行ない、ヒートパイプとしての連続的な動作を行う。

【0006】

ここで、ヒートパイプを積層構造で構成する先行技術が公開されている（特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】

特表 2000-506432。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1には積層構造でヒートパイプを形成するのに適した構造、製造方法が十分に開示されているとは言い難い。例えば、プラスチックでCPL・LHPを構成するのに適した構造、および製造方法が開示されていない。

【0009】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、製造が容易な積層構造の熱輸送装置および熱輸送装置の製造方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る熱輸送装置は、液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置され、前記液体吸引保持部で保持された液相作動流体を気化して気相作動流体を形成する気化室を構成する第1の凹部と、該気化室で形成された気相作動流体を液化して液相作動流体を形成する液化室を構成する第2の凹部と、該気化室から該液化室に気相作動流体を導く気体流路を構成する第1の溝と、該液化室から該液体吸引保持部に液相作動流体を導く液体流路を構成する第2の溝が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さい材料からなる第2の基板と、前記第1、第2の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、を具備することを特徴とする。

第1、第2の基板の間に熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料を挟んで加熱することで、第1、第2の基板間に気化室、液化室等が形成され、この熱輸送装置を

容易に製造可能である。

【0011】

前記第2の基板の前記第1の基板に対向する面と反対側の面に対向して配置された第3の基板をさらに具備してもよい。

第2の基板が大気ガス成分、気相作動流体を通過する材料で構成されている場合に、第3の基板によりこのような気体成分の流入、流出を防止できる。

このような例として、前記第2の基板が樹脂材料からなり、前記第3の基板が金属材料からなる場合を挙げることができる。

【0012】

ここで、前記第2の基板と前記第3の基板の線膨張係数の相違が 5×10^{-6} [1/°C] 以下であってもよい。第1、第2の基板の線膨張係数の相違に起因する第1、第2の基板の反りの発生を防止し、熱輸送装置の信頼性をより向上できる。

また、第1の基板と第3の基板との間で第2の基板を包み込むように、第1の基板の外周と第3の基板の外周とを封止してもよい。第2の基板をラミネート化することで、第2の基板の封止をより確実に行うことができる。

更に、第1の基板及び第2の基板を表裏より包み込むように一对のラミネートシートを設けるようにしてもよい。ラミネートシートとしては、例えばアルミニウム等からなる金属箔シートがより好ましい。これにより第1の基板及び第2の基板をより確実に封止することができる。

【0013】

前記第3の基板の前記第1の基板に対向する面と反対側の面に対向して配置された第4の基板をさらに具備してもよい。

第4の基板により、熱輸送装置を補強できる。

【0014】

本発明に係る熱輸送装置は、液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第1の基板と、前記第1の基板に対向して配置され、前記液体吸引保持部で保持された液相作動流体を気化して気相作動流体を形成する気化室を構成する凹部が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さ

い材料からなる第2の基板と、前記第1、第2の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、を有する気化部と、第3の基板と、前記第3の基板に対向して配置され、前記気化部で形成された気相作動流体を液化して液相作動流体を形成する液化室を構成する凹部が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さい材料からなる第4の基板と、前記第3、第4の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、を有する気化部と、前記気化部から液化部へと気相作動流体を導く気体流路と、前記液化部から気化部へと液相作動流体を導く液体流路と、を具備することを特徴とする。

この熱輸送装置では、第1、第2の基板の間に熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料を挟んで加熱することで気化部が、第3、第4の基板の間に熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料を挟んで加熱することで液化部が、容易に形成できる。気化部と液化部とを接続する気体流路、液体流路にはパイプ等を適宜に利用することができる。

【0015】

本発明に係る熱輸送装置の製造方法は、液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第1の基板を作成するステップと、前記液体吸引保持部で保持された液相作動流体を気化して気相作動流体を形成する気化室を構成する第1の凹部と、該気化室で形成された気相作動流体を液化して液相作動流体を形成する液化室を構成する第2の凹部と、該気化室から該液化室に気相作動流体を導く気体流路を構成する第1の溝と、該液化室から該液体吸引保持部に液相作動流体を導く液体流路を構成する第2の溝が一面に形成された第2の基板を作成するステップと、前記第1の基板、熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料、前記第2の基板を積層するステップと、前記積層された第1の基板、熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料、第2の基板を圧力を加えた状態で加熱して、該第1、第2の基板を該熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料で接着するステップと、を具備することを特徴とする。

第1、第2の基板の間に熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料を挟んで加熱することで、第1、第2の基板間に気化室、液化室等が形成され、熱輸送装置を容易に製造可能である。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

(第1実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態に係る熱輸送装置10を表す分解斜視図であり、図2、3は熱輸送装置を構成する気化部100、液化部200を表す分解斜視図である。

【0017】

図1～3に示すように熱輸送装置10は、それぞれ4枚の基板110～140、210～240から構成される気化部（蒸発部、エバポレータともいう）100、液化部（凝縮部、コンデンサともいう）200、気化部100と液化部200とを接続するパイプ310、320から構成され、図示しない作動流体（冷媒）が封入されている。

【0018】

なお、パイプ310、320には、適宜の材料（例えば、金属材料、樹脂材料）を用いることができる。

【0019】

作動流体は、いわゆる冷媒であり、ここでは水を用いているが、必要に応じて、アンモニア、エタノール、フッリナート等を用いることができる。

【0020】

作動流体は気化部100で気化し気相作動流体となってパイプ310内を通過して液化部200に移動する。液化部200に移動した気相作動流体は液化して液相作動流体となり、パイプ320内を通過して気化部100に移動し再び気化する。このように、作動流体が気化部100、パイプ310、液化部200、パイプ320を循環し、潜熱の形で気化部100から液化部200へと熱を輸送することで、熱輸送装置10が動作する。この結果、気化部100側に配置された冷却対象を冷却することができる。

【0021】

気化部は4枚の基板110、120、130、140から構成される。

【0022】

基板110は、熱伝導性の良好な材料から構成され溝111、貫通孔112、113が形成されている。

【0023】

溝111は、毛管現象によって液相作動流体を吸引、保持する液体吸引保持部（いわゆるウィック）として機能する。溝111に保持された液相作動流体は気化（蒸発）して気相作動流体となる。溝111の形状は、例えば、幅50 μ m、深さ数十～100 μ mである。

【0024】

貫通孔112はパイプ310に接続され、気相作動流体をパイプ310へ流出させる。貫通孔112はパイプ320に接続され、液相作動流体をパイプ320から流入させる。

【0025】

なお、基板110で作動流体に接触する箇所は、必要に応じて作動流体に対する防食処理が施される。例えば、基板110が銅で、作動流体が水の場合には、銅が水で腐食されることを防止するための保護膜が形成される。

【0026】

基板120は、凹部121、溝122～124、貫通孔125が形成されている。

【0027】

凹部121は、基板110の下面と共に、溝111に保持された液相作動流体が気化するための気化室を構成する。

【0028】

溝122は、基板110の下面と共に、貫通孔113から流入した液相作動流体を溝111へと導くための流路を構成する。貫通孔113から溝122に流入した液相作動流体は二手に分かれて溝111の両端付近で接触し、毛細管現象で溝111に吸引される。

【0029】

溝123は、基板110の下面と共に、凹部121と貫通孔112とを接続し

、凹部 121 内で気化した作動流体を貫通孔 112 へと導く流路を構成する。溝 124 は、基板 110 の下面と共に、貫通孔 125 から注入された液相作動流体を溝 111 へと導くための流路を構成する。

【0030】

貫通孔 125 は作動流体を補充するための開口である。

【0031】

なお、溝 122、124 の幅は例えば $100\mu\text{m}$ であり、溝 123 の幅はそれより大きい。溝 122、124 は毛管現象で液相作動流体を流入させる液体の流路であり、溝 123 は圧力差のみで液相作動流体を流出させる気体の流路だからである。

【0032】

基板 130 は、気化部 100 の密封をより確実にするためのものである。基板 120 に利用する材料によっては大気ガス成分や気相作動流体が浸透する可能性がある。例えば、基板 120 にプラスチック（樹脂）材料を用いると、プラスチック材料が大気ガス成分や水蒸気を通過することで、気化部 100 への大気ガス成分の流入、気相作動流体の流出が生じる可能性がある。基板 130 に金属を用いると金属が気体の流入、流出を遮断することから、気化部 100 への気体の流入、流出が阻止される。また、基板 130 に金属を用いることで、プラスチック材料からなる基板 120 の剛性を補強することができる。なお、基板 130 には、貫通孔 125 と対応する位置に貫通孔 131 が形成され、作動流体の補給を可能としている。

【0033】

基板 140 は、補強のためのものであり、気化部 100 の機能とは直接の関わりはない。基板 140 には貫通孔 131 と対応する位置に貫通孔 141 が形成され、作動流体の補給を可能としている。なお、作動流体の補給を行わないときには貫通孔 141 は封鎖される。

【0034】

液化部 200 は、4 枚の基板 210、220、230、240 から構成される。

【0035】

基板210は、熱伝導性の良好な材料から構成され貫通孔211、212が形成されている。貫通孔211はパイプ310に接続され、気相作動流体をパイプ310から流入させる。貫通孔212はパイプ320に接続され、液相作動流体をパイプ320に流出させる。

【0036】

なお、基板210で作動流体に接触する箇所は、必要に応じて作動流体に対する防食処理が施される。例えば、基板210が銅で、作動流体が水の場合には、銅が水で腐食されることを防止するための保護膜が形成される。

【0037】

基板220は、凹部221、突起222が形成されている。

【0038】

凹部221は、基板210の下面と共に、パイプ310から流入した気相作動流体が液化するための液化室を構成する。

【0039】

突起222は凹部221内に配置され、貫通孔211から流入した気相作動流体を液化し液相作動流体を形成するための凝縮フィンを構成する。突起222の形状は例えば幅が1mmの長方形底面を有する角柱である。

【0040】

基板230は、気化部100の密封をより確実にするためのものである。基板220に利用する材料によっては大気ガス成分や気相作動流体が浸透する可能性がある。例えば、基板220にプラスチック（樹脂）材料を用いると、プラスチック材料が大気ガス成分や水蒸気を通過することで、液化部200への大気ガス成分の流入、気相作動流体の流出が生じる可能性がある。基板230に金属を用いると金属が気体の流入、流出を遮断することから、液化部200への気体の流入、流出が阻止が阻止される。

【0041】

基板240は、補強のためのものであり、液化部200の機能とは直接の関わりはない。

【0042】

以上の基板110～140、210～240には種々の材料を組み合わせることができる。

【0043】

基板110、210には、金属材料、例えば、銅、アルミニウム、ステンレス（SUS304等）を用いることができる。気化部100への熱の流入、液化部200からの熱の流出を行うために、熱伝導性が良好なことが好ましいからである。この内、熱伝導性の点で銅が好適である。基板110は、溝111を形成する関係である程度の厚さが必要となる。基板110として、0.05～1mm、例えば、0.3mmの厚さのシートを利用できる。基板210は、厚さは特に拘らないが、0.05～1mm、例えば、0.3mmの厚さのシートを利用できる。

【0044】

基板120、220には、プラスチック（樹脂）材料（例えば、ポリイミド材料（非熱可塑性、または熱可塑性いずれも可）、オレフィン系材料）、ガラス材料、金属材料（例えば、銅、アルミニウム、ステンレス（SUS304等））を用いることができる。

【0045】

基板120、220は、凹部121、221等を形成する関係である程度の厚さが必要となる。基板120、220として、0.1～1mm、例えば、0.5mmの厚さのシートを利用できる。

【0046】

基板120、220はそれぞれ、基板110、210と熱膨張係数がほぼ一致していることが好ましい。基板110と基板120（または、基板210と基板220）との熱膨張係数が大きく異なると、温度の変化（加熱、冷却）により、基板110と基板120（または、基板210と基板220）が反り（いわゆるバイメタル効果）、基板120と基板110との間で作動流体の漏れが生じたりする可能性がある。

【0047】

基板110、120の線膨張係数の相違を、例えば 5×10^{-6} [1/℃] 以下にすることで、その反りを低減することができる。このため、基板110に銅（線膨張係数： 16.5×10^{-6} [1/℃]）を用いた場合には、基板120がプラスチックの場合にはカプトーン（東洋レーヨンの商品名）、ガラスの場合には光学ガラスFPL45（オハラ社の商品名）、金属の場合には銅をそれぞれ用いることが考えられる。

【0048】

基板130、230には、金属材料、例えば、銅、アルミニウム、ステンレス（SUS304等）を用いることができる。基板130、230は、気体の移動を阻止できれば十分なので、0.05mm程度の厚さのシート（箔）を利用できる。基板120、220がプラスチック材料等の場合に、基板120、220への気体の流入、流出を防止するためである。従って、基板120、220が金属、またはガラスの場合には基板130、230を省略することができる。

【0049】

基板130、230は、熱膨張の観点から言えば、基板110、210と線膨張係数が大きく異ならないことが好ましい。但し、基板130、230の厚さが小さければ、基板130、230の熱膨張で発生する力が小さいため、必ずしも基板110、210と線膨張係数を一致させる必要はない。

【0050】

基板140、240は、補強のためのものなので、特に材料は限定されないが、熱輸送装置10の軽量化のためには軽量である程度の強度がある材料、例えばポリイミド等のプラスチック材料が好ましい。基板140、240は、例えば、0.5mm程度の厚さのシートを利用できる。

【0051】

これら基板110～140、210～240の間は、樹脂成分を含む接着材料BM（液状、シート状のいずれも可能、例えば、熱可塑性シート、熱硬化性シート、熱硬化性接着剤）で接着することができる。具体的には、熱硬化性のオレフィン樹脂シート、熱融着型ポリイミドシート（ユーピレックスVT（宇部興産の商品名）等）、熱硬化性接着シート（接着シート1592（住友3Mの商品名で

、熱可塑性接着剤主体と熱硬化性成分を含む)等)、熱硬化エポキシ接着剤(アロンマイティBX-60(東亜合成化学の商品名)等)、変性エポキシ系接着剤(アロンマイティAS-60、AS-210BF(東亜合成化学の商品名)等)を用いることが可能である。接着材料BMにシート材料を用いる場合には厚さ0.15~0.5mm程度のものを用いることができる。

【0052】

基板110、120または基板210、220の熱膨張の差がある程度以上大きい場合には、これら基板110、120等の間の接着材料BMにある程度の弾力性があり基板間の熱膨張の相違を緩和することが望ましい。即ち、接着材料はヤング率が小さい方が好ましい。例えば、オレフィン樹脂シートが利用可能である。

【0053】

熱輸送装置10は、以下のような特徴を有する。

【0054】

熱輸送装置10は、基板110~140、210~240を接着材料BMで張り合わせることで作成可能であり、軽量、薄型、かつ耐衝撃性に優れたものとすることができる。

【0055】

また、熱輸送装置10では、基板130、230によって内部への気体の流入、流出を防止することができ、熱輸送装置10の信頼性が向上する。この基板130、230には、例えば金属箔をバリア膜として使用できる。

【0056】

(熱輸送装置10の製造方法)

図4は、熱輸送装置10の製造工程の一例を表すフロー図であり、図5(a)、(b)はそれぞれこの製造工程中での気化部100、液化部200の状態を表す断面図である。

【0057】

熱輸送装置10は、気化部100、液化部200をそれぞれ作成して、パイプ310、320で接続することで製造される。なお、気化部100、液化部20

0の製造はいずれを先に行っても差し支えないのはいうまでもない。

【0058】

(1) 気化部100の作成 (ステップS1、S2)

気化部100は、基板110~140を作成し、熱圧着等によって接着することで作成される。

【0059】

①基板110は、金属 (例えば銅) のシートに溝111、貫通孔112、113を形成することで作成される。

【0060】

貫通孔112、113は例えば打ち抜き、エッチングにより形成できる。

【0061】

溝111は、フォトリジストをマスクとして用いたエッチングによって形成される (フォトエッチングによる形成)。また、溝111は型に銅等を電鍍して型から分離することでも形成できる (電鍍金型による形成)。例えば、フォトエッチングにより溝幅50 μ m、深さ40 μ mの溝111を形成できる。また、電鍍金型で、溝幅50 μ m、深さ100 μ mの溝111を形成できる。

【0062】

基板110が作動流体により腐食される場合 (例えば、基板110が銅で作動流体が水の場合) には、基板110の作動流体に接触する表面に保護用の被膜が形成される。例えば、銅の表面を酸化処理した後にシリコン、チタン等の薄膜を形成し、さらにプラズマ酸化処理を行う。この場合には、銅は酸化銅、二酸化シリコン (または、二酸化チタン) 等の酸化物の2重層により水から保護される。

【0063】

基板120は、プラスチック (例えば、非熱可塑性、熱可塑性ポリイミドシート) に凹部121、溝122~124、貫通孔125を形成することで作成できる。

【0064】

貫通孔125は例えば打ち抜きにより形成できる。凹部121、溝122~124は、UV-YAGレーザを集光させてプラスチックシートを加工することで

形成できる。基板120が、ガラス、金属の場合には、エッチング等で形成できる。

【0065】

基板130、140はそれぞれ、例えば、プラスチック、金属板に打ち抜き、エッチング等で貫通孔を形成することで作成できる。

【0066】

②作成された基板110～140に間に接着材料BMを挟んで積層し、圧力を掛けた状態で加熱することで、接着材料BMが熱硬化（熱硬化性材料の場合）または融解（熱可塑性材料の場合）することで、基板110～140が接着される（図5（a））。接着材料BMがシート材料の場合には、接着箇所でない所をあらかじめ打ち抜いておき、接着材料BMが付かないようにしておくことが好ましい。接着材料BMが液体材料の場合には、接着箇所のみに塗布すればよい。

【0067】

（2）液化部200の作成（ステップS3、S4）

液化部200は、基板210～240を作成し、熱圧着等によって接着することで作成できる。

【0068】

①基板210は、金属（例えば銅）のシートに打ち抜き等で貫通孔211、212を形成することで作成される。

【0069】

基板220は、プラスチック（例えば、非熱可塑性、熱可塑性ポリイミドシート）に凹部221、突起222を形成することで作成できる。凹部221、突起222は、UV-YAGレーザを集光させてプラスチックシートを加工することで形成できる。基板220が、ガラス材料、金属材料からなる場合には、エッチング等で形成できる。このようにして、凹部221内に例えば幅1mmの長柱構造の突起222が形成される。

【0070】

②作成された基板210～240に間に接着材料BMを挟んで積層し、圧力を掛けた状態で加熱することで、基板210～240が接着される（図5（b））

【0071】

(3) パイプによる気化部100と液化部200の接続 (ステップS5)

気化部100と液化部200をパイプ310、320で接続する。この接続には、例えば、液状の接着剤を用いて行うことができる。

【0072】

(具体的構成例)

以下に、基板110～140、接着材料BMの組み合わせの具体例を示す。なお、基板210～240、接着材料BMにも同様の組み合わせを用いることができる。

(1) 構成例1 (基板110:銅シート、基板120:非熱可塑性ポリイミドシート (例えば東洋レーヨンのカプトン (商品名)) またはオレフィン系樹脂シート、基板130:銅シート、基板140:非熱可塑性ポリイミドシートまたはオレフィン系シート、接着材料BM:熱硬化性接着シート (接着シート1592 (住友3Mの商品名) 等)

例えば、基板110～140を間に接着材料BMを挟んで積層し、プレス機で圧力 2Kg/cm^2 にて1分間プレスして接合することで、気化部100または液化部200が作成できる。

【0073】

(2) 構成例2 (基板110:銅シート、基板120:ガラスシート (銅シートとの線膨張係数の拘わりから、例えば、光学ガラスFPL45 (オハラ社の商品名) が好ましい)、基板130:銅シート、基板140:ガラスシート、接着材料BM:熱硬化型接着シート (接着シート1592 (住友3Mの商品名) 等) または熱可塑性接着シート (ユーピレックスVT (宇部興産の商品名) 等))

例えば、基板110～140を間に接着材料BMを挟んで積層し、プレス機で圧力 2Kg/cm^2 にて1分間プレスして接合することで、気化部100または液化部200が作成できる。

【0074】

(3) 構成例3 (基板110:銅シート、基板120:熱可塑性ポリイミドシ-

ト、基板130:銅シート、基板140:熱可塑性ポリイミドシート、接着材料BM:熱可塑性ポリイミドシート)

例えば、基板110~140を間に接着材料BMを挟んで積層し、真空プレス装置で気圧を 10^{-3} Paに減圧し、圧力 40 Kg/cm^2 にて10分間プレスして接合することで、気化部100または液化部200が作成できる。

【0075】

(4) 構成例4 (基板110:銅シート、基板120:銅シート、基板130:不使用、基板140:熱可塑性ポリイミドシート、接着材料BM:熱可塑性ポリイミドシート)

例えば、基板110~140を間に接着材料BMを挟んで積層し、真空プレス装置で気圧を 10^{-3} Paに減圧し、圧力 40 Kg/cm^2 にて10分間プレスして接合することで、気化部100または液化部200が作成できる。

(5) 構成例5 (構成例1~4での基板130にアルミ箔シートを用いた場合)
銅シートに換えてアルミシートを用いても、ガスの通過を阻止可能である。

【0076】

(第2実施形態)

図6は本発明の第2の実施形態に係る熱輸送装置20を表す分解斜視図である。熱輸送装置20は、基板110a、120a、220a、130a、140a、パイプ310a、320aから構成される。なお、組み立て後においては、基板120a、220aは、基板110a、130aに包み込まれるように配置される。

【0077】

熱輸送装置20は、第1の実施形態に係る熱輸送装置10の基板110、210、基板130、230、基板140、240を一体化して構成したものに対応する。

【0078】

基板110aは、第1実施形態の基板110、210を一体化したものに対応し、熱伝導性の良好な材料から構成され、かつ溝111a、凹部115a、116aが形成されている。なお、基板110aを複数の部材から構成することも可

能である。気化部と液化部との間に熱絶縁性の高い材料を用いることで、熱輸送装置 20 の効率をより向上できる。

【0079】

溝 111a は、毛管現象によって液相作動流体を吸引、保持する液体吸引保持部（いわゆるウィック）として機能する。

【0080】

凹部 115a、116a は、パイプ 310a、320a の上部の形状に対応した形状を有し、パイプ 310a、320a の埋め込みが可能となっている。基板 110a には、基板 110 と同様の材料を用いることが可能であり、基板 110 と同様に、必要に応じて作動流体に対する防食処理が施される。

【0081】

基板 120a は、第 1 実施形態の基板 120 と対応し、凹部 121a、溝 122a～124a、貫通孔 125a が形成されている。凹部 121a、溝 122a～124a、貫通孔 125a は、凹部 121、溝 122～124、貫通孔 125 と対応するが、溝 122a、123a には、パイプ 320a、310a の下部それぞれに対応する形状の凹部が形成され、パイプ 320a、310a の埋め込みが可能となっている。

【0082】

その他の点では、基板 120 と本質的に異なる訳ではないので詳細な説明を省略する。

【0083】

基板 220a は、第 1 実施形態の基板 220 と対応し、凹部 221a、突起 222a が形成されている。凹部 221a、突起 222a は、凹部 221、突起 222 と対応する。凹部 221a に隣接して、パイプ 320a、310a の下部それぞれに対応する形状の凹部 223a、224a が形成され、パイプ 320a、310a の埋め込みが可能となっている。

【0084】

その他の点では、基板 220 と本質的に異なる訳ではないので詳細な説明を省略する。

【0085】

基板130aは、第1実施形態の基板130、230を一体化したものに対応し、貫通孔125aと対応する位置に図示しない貫通孔131aが形成されている。その他の点では、基板130と本質的に異なる訳ではないので詳細な説明を省略する。

【0086】

基板140aは、第1実施形態の基板140、240を一体化した物に対応し、貫通孔131aと対応する位置に図示しない貫通孔141aが形成されている。その他の点では、基板140と本質的に異なる訳ではないので詳細な説明を省略する。

【0087】

本実施形態に係る熱輸送装置20では、基板120a、220aそれぞれが気化部、液化部に対応する一方、基板110a、130aが気化部、液化部で共用されている。このため、熱輸送装置20の構成が簡略化され、また気化部、液化部を同時に形成することも容易になる。

【0088】

(熱輸送装置20の製造方法)

熱輸送装置20は、基板110a、120a、220a、130aを作成して、パイプ310a、320aを挟んで積層、接着することで製造される。

(1) 基板110a、120a、220a、130aの作成は、第1の実施形態と同様の手法で作成できる。

(2) 作成された基板110a、120a、220a、130aを積層する(図7(a)参照)。このとき、基板110aと基板120a、220aの間にパイプ310a、310bを挟み込む。基板110a、120a、220a、130aの間に図示しない接着材料BMが配置される。

【0089】

(3) 積層された基板110a、120a、220a、130aを上下から圧力をかけ、加熱することで基板110a、120a、220a、130aが接着される(図7(b)参照)。このとき、基板130aは基板120a、220aお

よびパイプ 310a、320a の外周に密着し、熱輸送装置 20 を封止することが可能となる。

【0090】

なお、基板 120a、220a を包み込むように基板 110a の外周と基板 130a（例えばアルミウム等の金属箔シート）の外周とを封止してラミネート化することで、基板 120a、220a の密封をより確実にすることができる。このラミネートは、基板 110a、120a、220a、130a の接着後でもよいが、基板 110a、120a、220a、130a の接着と同時に行うこともできる。このようなラミネート化は、基板 110a とは別にシート（図示せず）を用意し、このシートと基板 130a との間に、基板 110a 及び基板 120a、220a を包み込むようにしても構わない。例えばこのシート及び基板 130a の材料としてアルミニウムシート等の金属箔シートを用いることで、基板 110a 及び基板 120a、220a に対する密封性が更に向上する。

(4) その後、基板 140a を取り付けすることで、熱輸送装置 20 が作成される（図 7(c) 参照）。なお、基板 140a の取付は、基板 110a、120a、220a、130a の接着と同時に、行うこともできる。

【0091】

(第 3 実施形態)

図 8 は本発明の第 3 の実施形態に係る熱輸送装置 40 を分解した状態を表す分解斜視図であり、図 9(a)、(b) はそれぞれ組み立てられた熱輸送装置 40 を図 8 の C-D、E-F で切断した状態を表す断面図であり、図 10 は熱輸送装置 40 を構成する基板 440 の上面の状態を表す上面図である。

【0092】

図 8～10 に示すように熱輸送装置 40 は、6 枚の基板 410～460 から構成されている。基板 410、420 がそれぞれ基板 430 の孔 431、432 に隙間なく組み込まれた状態で、基板 410～460 が接着固定され、その内部に作動流体（冷媒）が封入される。

【0093】

基板 410 は鍔部 411、本体部 412 を有し、本体部 412 の下面に溝 41

3が形成されている。

【0094】

鍔部411は、基板410の基板430への取付を容易にするために設けられる。なお、鍔部411は場合により除外してもよい。

【0095】

本体部412の下面は基板440と共に、作動流体が液体（液相作動流体）から気体（気相作動流体）へと相変化する気化室を構成する。

【0096】

溝413は液相作動流体を吸引保持する液体吸引保持部（いわゆるウィック）として機能する。

【0097】

基板420は鍔部421、本体部422を有し、本体部422の下面に突起423が形成されている。

【0098】

鍔部421は、基板410の基板430への取付を容易にするために設けられる。なお、鍔部421は場合により除外してもよい。

【0099】

本体部422の下面は基板440と共に、作動流体が気体（気相作動流体）から液体（液相作動流体）へと相変化する液化室を構成する。

【0100】

突起423は、気相作動流体を液化し液相作動流体を形成するための凝縮フィンを構成する。

【0101】

基板440には、凹部441～445、溝446～448が形成されている。

【0102】

凹部441は、基板410、430の下面と共に、溝413に吸引、保持された液相作動流体が気化するための気化室を構成する。

【0103】

凹部442は、基板420の下面と共に、突起423が保持され、気相作動流

体を液化し液相作動流体を形成するための液化室を構成する。

【0104】

凹部443は、基板420の下面との間で断熱空間を構成し、基板440を通じて、熱が伝導することを制限し、熱輸送装置40の冷却効率が低下することを防止している。

【0105】

凹部444は、基板430の下面と共に、溝413に保持された液相作業流体が所定量以下になったときに流入させる液相作業流体を貯蔵するリザーバを構成する。なお、この流入は、凹部443に接続された溝418から溝413へと毛管力により液相作業流体が吸引されることで行われる。

【0106】

凹部445は、基板430の下面と共に、凹部442（液化室）に保持された液相作業流体が所定量以下になったときに、流入させる液相作業流体を貯蔵する貯蔵部を構成する。この流入は、貯蔵部に突起423（凝縮フィン）の一部が対向していることで、貯蔵部から突起423を伝わって凹部442へと液相作業流体が移動することで行われる。

【0107】

溝446は、基板430の下面と共に、凹部442（液化室）で形成された液相作動流体を溝413（液体吸引保持部）に導く液体流路を構成する。

【0108】

溝447は、基板430の下面と共に、凹部441（気化室）で形成された気相作動流体を凹部442（液化室）に導く気体流路を構成する。

【0109】

基板410、420は比較的熱伝導性の高い材料から、基板430、440は、比較的熱絶縁性の高い材料から、構成するのが好ましい。

【0110】

基板410、420には、金属材料、例えば、銅、アルミニウム、ステンレス（SUS304等）を用いることができる。この内、熱伝導性の点で銅が好適である。基板410、420は、鰭部411、421、および溝413、突起42

3を形成する関係である程度の厚さが必要となる。基板410、420として、0.05～1mm、例えば、0.3mmの厚さのシートを利用できる。なお、鍔部411、421は、本体部412、422と一体、別体のいずれで構成してもよい。

【0111】

基板430、440には、プラスチック材料（例えば、ポリイミド材料（非熱可塑性、または熱可塑性いずれも可）、オレフィン系材料）、ガラス材料を用いることができる。基板440は、凹部441～445、溝446～448を形成する関係である程度の厚さが必要となる。基板430、440として、0.1～1mm、例えば、0.5mmの厚さのシートを利用できる。

【0112】

基板450には、金属材料、例えば、銅、アルミニウム、ステンレス（SUS304等）を用いることができる。基板430がプラスチック材料の場合に、基板410からの気相作動流体の流出を防止するためである。従って、基板430がガラスの場合には基板450は省略することができる。なお、基板450は、気相作動流体の移動を阻止できれば十分なので、0.05mm程度の厚さのシートを利用できる。

【0113】

基板460は、補強のためのものなので、特に材料は限定されないが、熱輸送装置40の軽量化のためには軽量である程度の強度がある材料、例えばポリイミド等のプラスチック材料が好ましい。基板460は、例えば、0.5mm程度の厚さのシートを利用できる。

【0114】

（熱輸送装置40の製造方法）

熱輸送装置40は、基板410～460を作成後接着材料を挟んで積層し、圧力を掛けて加熱することで作成できる。このとき、基板410、420が基板430に詰め込まれる。この点以外では、本質的に第1の実施形態と異なる訳ではないので、詳細な説明を省略する。

【0115】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、製造が容易な積層構造の熱輸送装置および熱輸送装置の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 の実施形態に係る熱輸送装置 1 0 を表す正面図である。

【図 2】

第 1 の実施形態に係る熱輸送装置を構成する気化部を表す分解斜視図である。

【図 3】

第 1 の実施形態に係る熱輸送装置を構成する液化部を表す分解斜視図である。

【図 4】

第 1 の実施形態に係る熱輸送装置の製造工程の一例を表すフロー図である。

【図 5】

第 1 の実施形態に係る熱輸送装置の製造工程中での気化部、液化部の状態を表す断面図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施形態に係る熱輸送装置を表す分解斜視図である。

【図 7】

本発明の第 2 の実施形態に係る熱輸送装置を製造する工程を表す断面図である。

【図 8】

本発明の第 3 の実施形態に係る熱輸送装置を分解した状態を表す分解斜視図である。

【図 9】

本発明の第 3 の実施形態に係る熱輸送装置を切断した状態を表す断面図である。

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施形態に係る熱輸送装置を構成する基板 4 4 0 の上面の状態を表す上面図である。

【符号の説明】

1 0 熱輸送装置

1 0 0 気化部

1 1 0 ~ 1 4 0 基板

1 1 1 溝

1 1 2、1 1 3 貫通孔

1 2 1 凹部

1 2 2 ~ 1 2 4 溝

1 2 5 貫通孔

1 3 1、1 4 1 貫通孔

2 0 0 液化部

2 1 0 ~ 2 4 0 基板

2 1 1、2 1 2 貫通孔

2 2 1 凹部

2 2 2 突起

3 1 0、3 2 0 パイプ

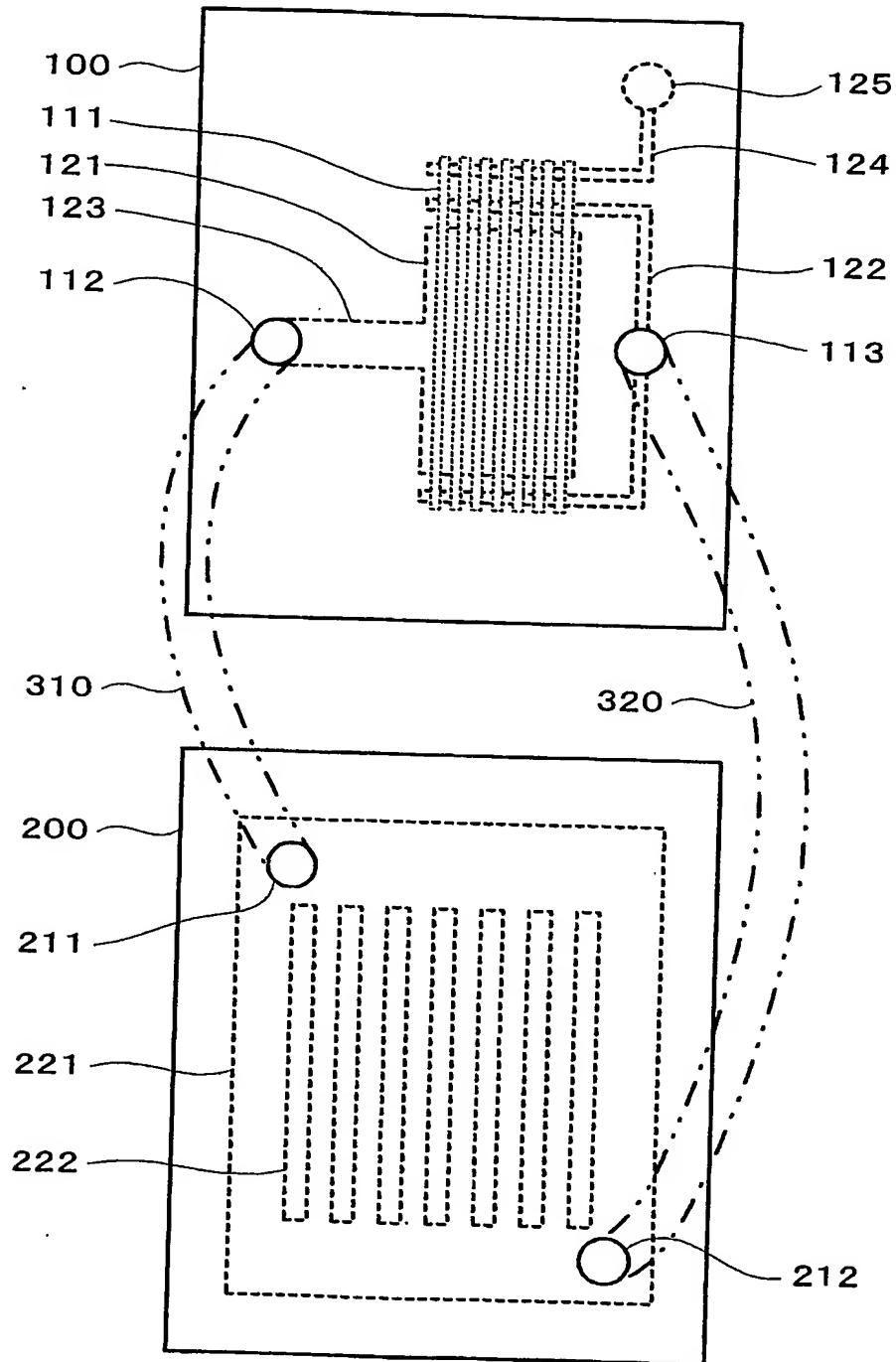
BM 接着材料

【書類名】

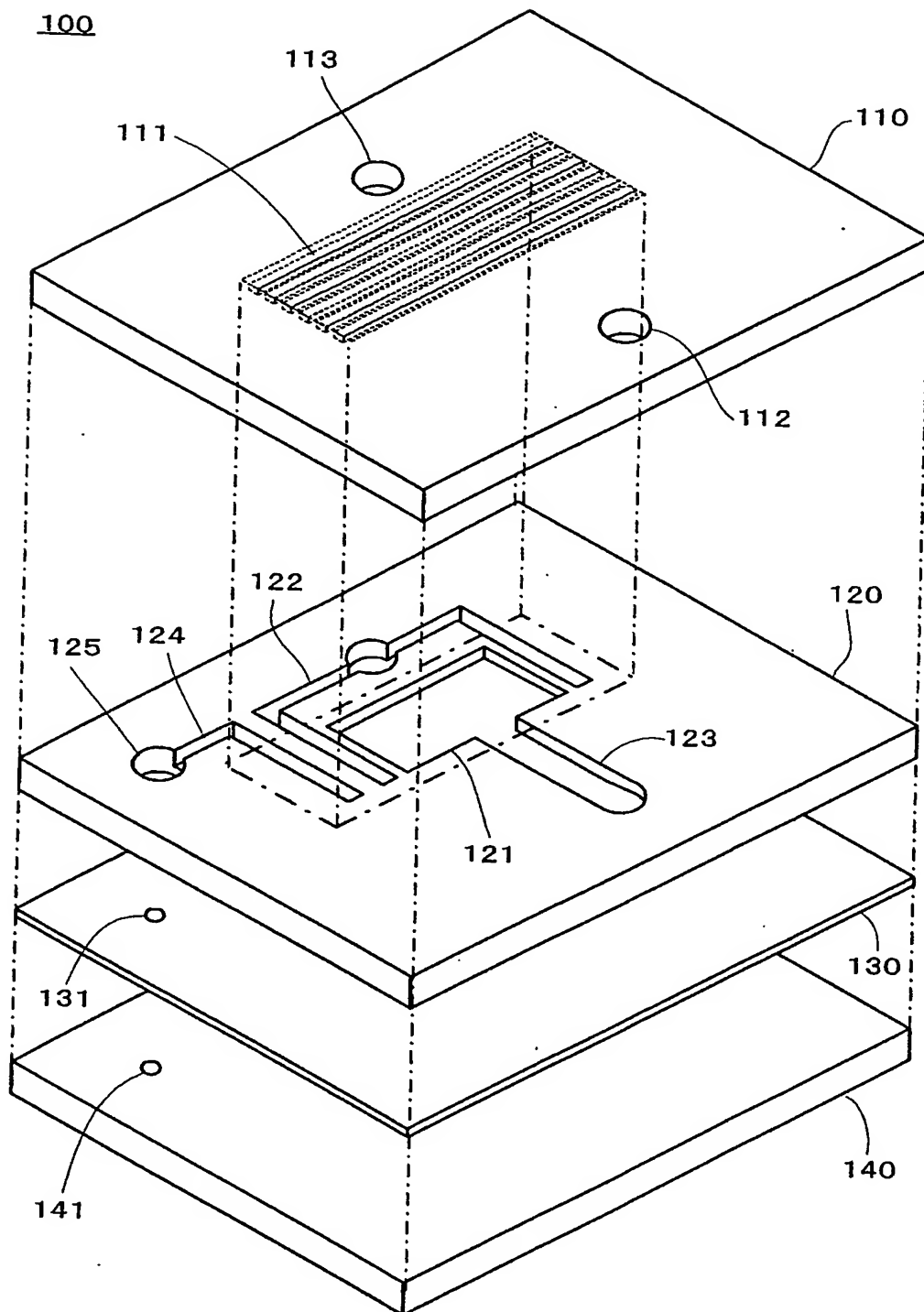
図面

【図 1】

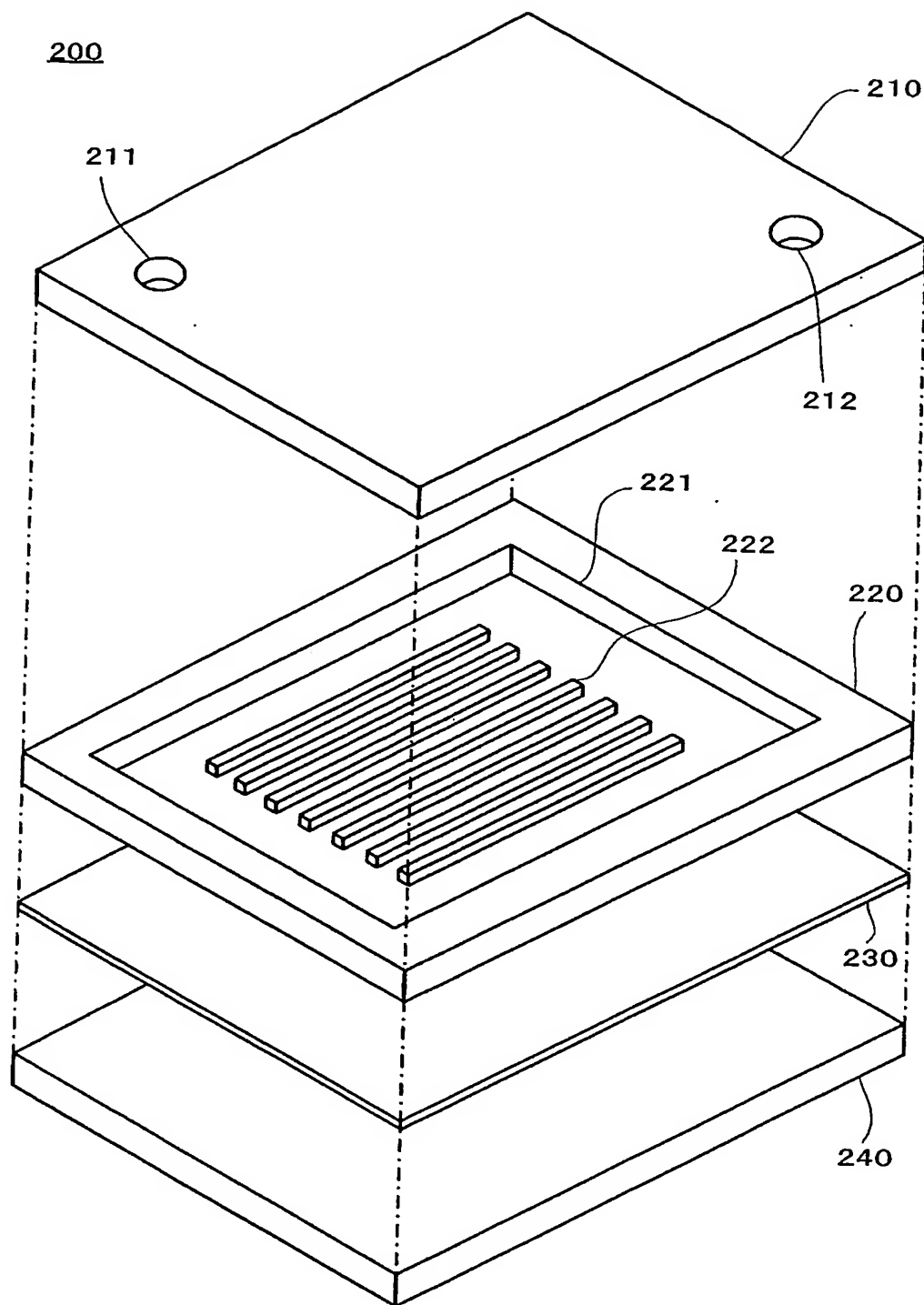
10



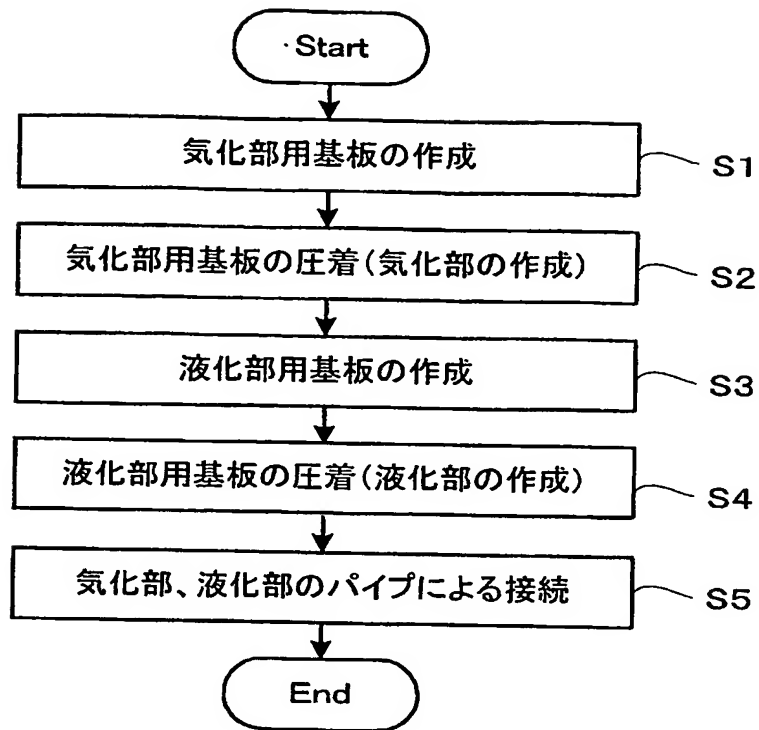
【図 2】



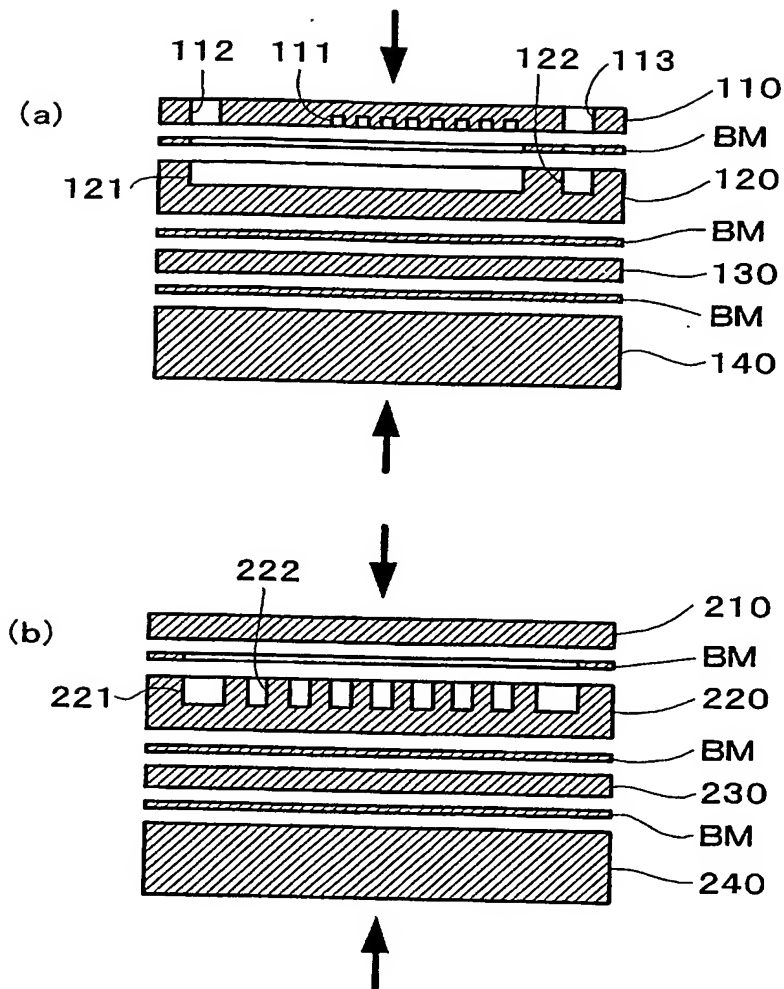
【図 3】



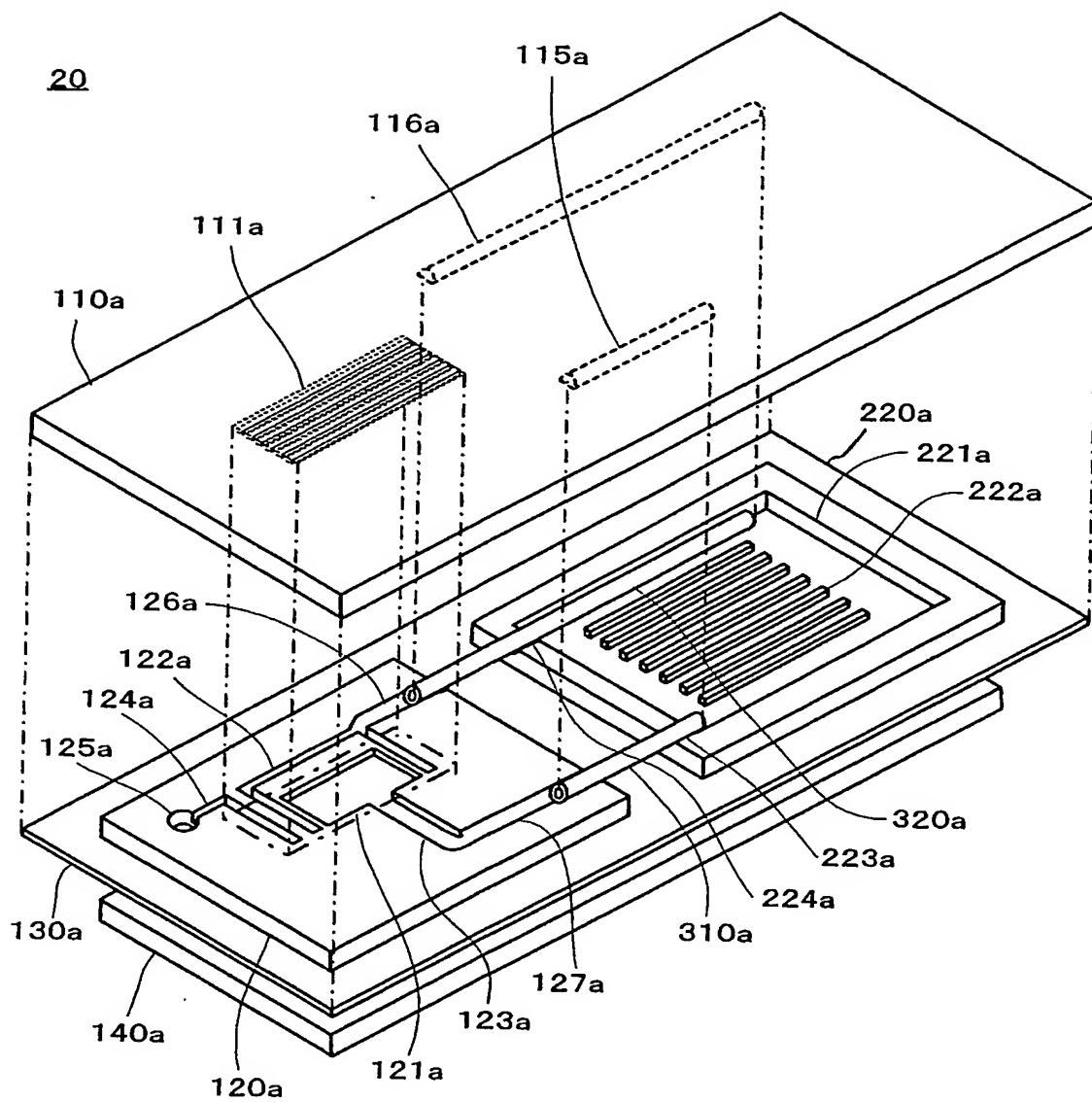
【図 4】



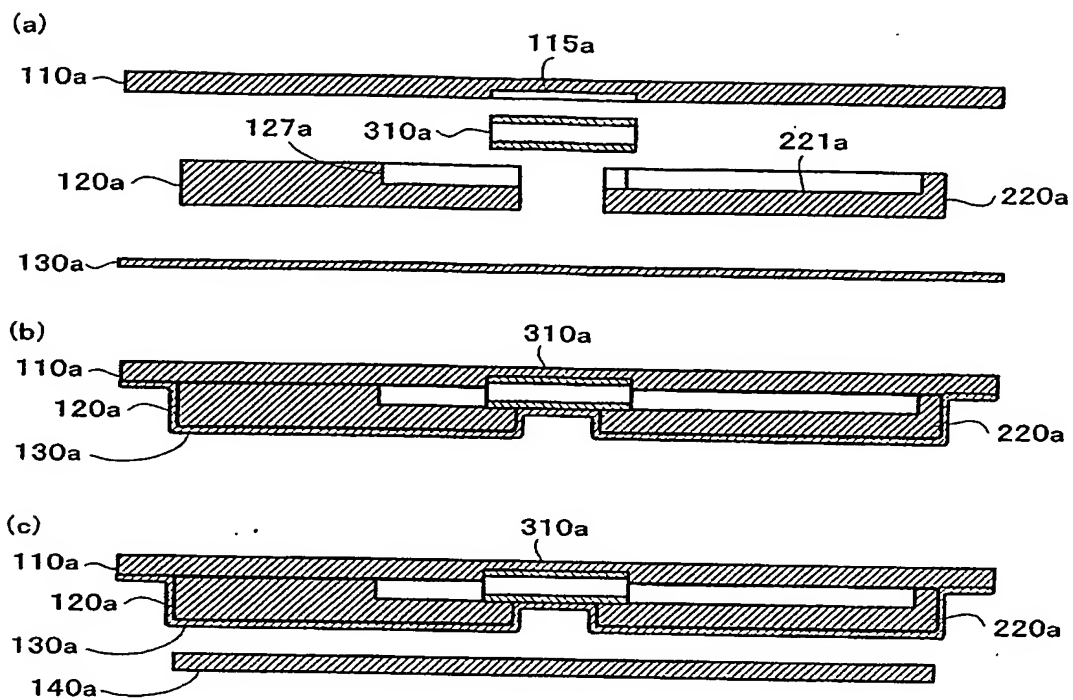
【図 5】



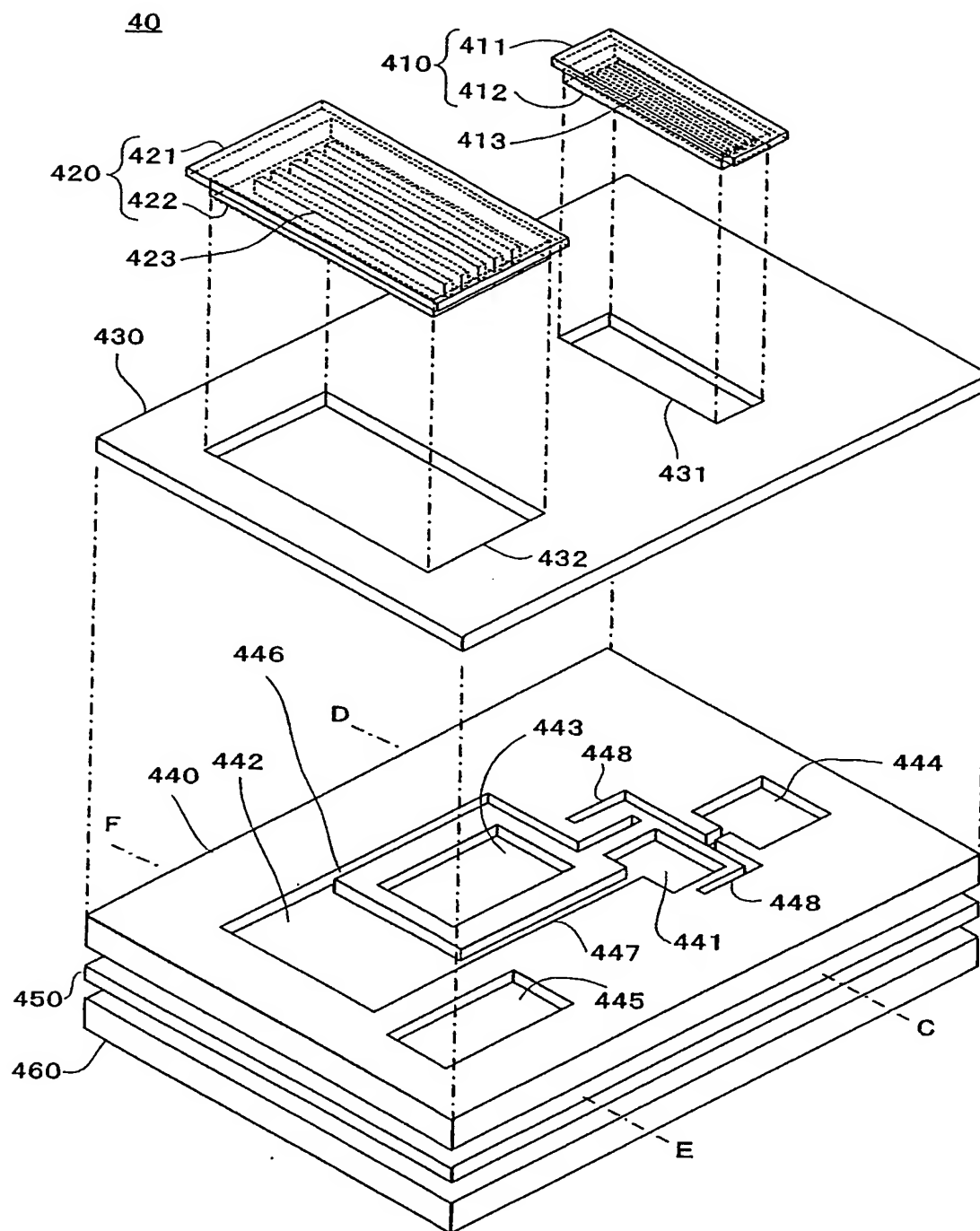
【図 6】



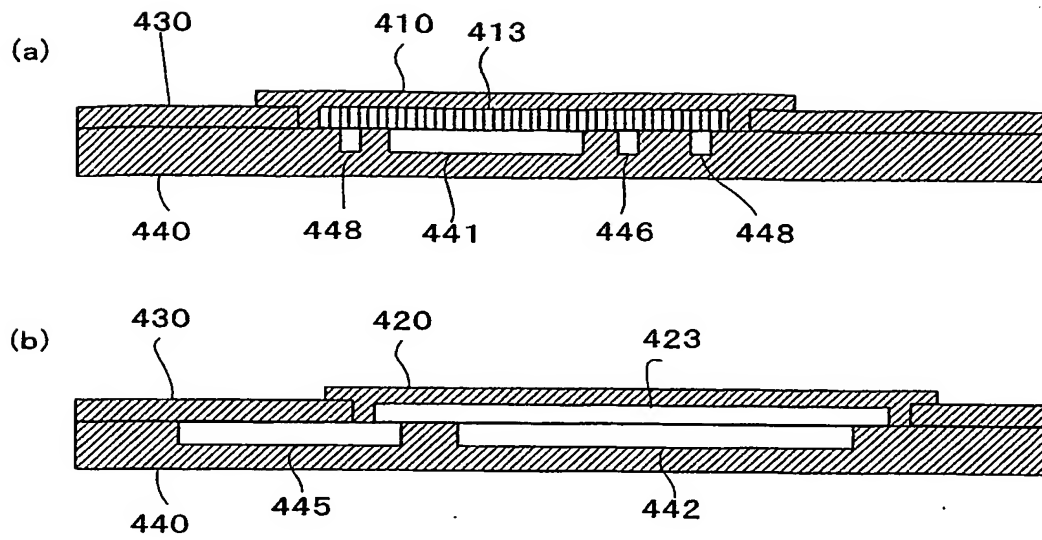
【図 7】



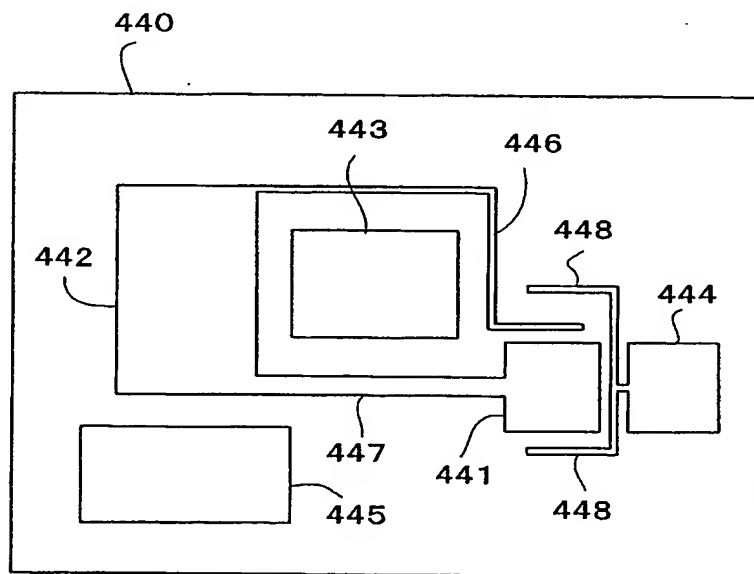
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造が容易な積層構造の熱輸送装置および熱輸送装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 液相作動流体を毛管力により吸引して保持する液体吸引保持部が形成された第 1 の基板と、作動流体を気化する気化室を構成する第 1 の凹部と、作動流体を液化する液化室を構成する第 2 の凹部と、気化された作動流体を導く気体流路を構成する第 1 の溝と、液化された作動流体を導く液体流路を構成する第 2 の溝が一面に形成され、かつシリコンよりも熱伝導率の小さい材料からなる第 2 の基板と、第 1、第 2 の基板を接続する熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料と、から熱輸送装置を構成する。この熱輸送装置は、第 1、第 2 の基板の間に熱可塑性または熱硬化性の樹脂材料を挟んで加熱することで容易に製造可能である。

【選択図】 図 8

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-361525
受付番号	50201886473
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成14年12月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月12日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

新規登録

住 所
氏 名

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.